

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 499 873 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.11.2000 Patentblatt 2000/47

(51) Int. Cl.⁷: **C07D 207/16**, C07D 207/08,
C07D 207/09, C08G 18/20,
C07D 487/04, C07D 209/54,
C07D 403/06

(21) Anmeldenummer: **92101809.9**

(22) Anmeldetag: **04.02.1992**

(54) **Verwendung von 3,(4)-substituierten Pyrrolidinen als Katalysatoren für das Polyisocyanatpolyadditionsverfahren sowie Verfahren zur Herstellung von Polyurethan(harnstoff)en**

Use of 3,(4)-substituted pyrrolidines as catalysts in the polyisocyanate-polyaddition process and a process for the preparation of polyurethanes and polyureas

Utilisation de pyrrolidines 3(4)-substituées comme catalyseurs pour le procédé de polyaddition de polyisocyanates et procédé pour la fabrication de polyurethanes et polyurées

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **17.02.1991 DE 4104870**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.1992 Patentblatt 1992/35

(60) Teilanmeldung:
96106083.7 / 0 731 090

(73) Patentinhaber: **BAYER AG**
51368 Leverkusen (DE)

(72) Erfinder:
• **Weider, Richard, Dr.**
W-5090 Leverkusen 3 (DE)
• **Scholz, Uwe, Dr.**
W-5000 Köln 80 (DE)
• **Ruckes, Andreas, Dr.**
W-5090 Leverkusen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 255 908	EP-A- 0 296 560
EP-A- 0 393 607	DE-A- 2 116 535
US-A- 3 318 908	US-A- 3 544 590
US-A- 4 563 484	

- J. HETEROCYCLIC CHEMISTRY Bd. 25, Nr. 6, 1988, Seiten 1665 - 73; F. ORSINI ET AL.: '1,3-Dipolar Cycloadditions of Azomethine Ylides with Dipolarophiles. II. Synthesis of Pyrrolizidines' gesamtes Dokument
- GAZZ. CHIM. ITAL. Bd. 115, Nr. 10, 1985, Seiten 569 - 71; M. FORTE ET AL.: 'Synthesis of pyrrolizidines and 1-oxapyrrolizidines from proline' gesamtes Dokument
- CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 71, no. 13, 29. September 1969, Columbus, Ohio, US; abstract no. 61109E, S. OHKI ET AL.: 'Synthesis of pyrrolidine derivatives with pharmacological activity. V. Synthesis of alpha-cycloalkyl-alpha-phenyl-3-pyrrolidinomethanol derivatives' Seite 419 ;
- CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 101, 10. September 1984, Columbus, Ohio, US; abstract no. 90743A, S. BINIECKI, J. KRSZEMINSKI: 'Synthesis of indolizidine derivatives' Seite 624 ;
- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN
- HELV. CHIM. ACTA Bd. 64, Nr. 7, 1981, Seiten 2203 - 18; R. ACHINI: 'Synthesis of Phenyl- and Benzyl-Substituted Pyrrolidines and of a Piperidine by Intramolecular C-Alkylation. Synthons for Tricyclic Skeletons' gesamtes Dokument

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 499 873 B1**USSN 106/698,354 PC25373**

- HETEROCYCLES Bd. 23, Nr. 3, 1985, Seiten 653 - 9; J. CHASTANET, G. ROUSSI: 'A new route to hexahydropyrrolizine derivatives via nonstabilized ylide generated from N-methylpyrrolidone N-oxide' gesamtes Dokument
- J. ORG. CHEM. Bd. 50, Nr. 16, 1985, Seiten 2910 - 14; J. CHASTANET, G. ROUSSI: 'N-Methylpiperidine N-Oxide as a Source of Nonstabilized Ylide: A New and Efficient Route to Octahydroindolizidine Derivatives' gesamtes Dokument

- SYNTHESIS 1980, Seiten 811 - 12; T. ASAI ET AL.: 'New Methods and Reagents in Organic Synthesis; 7. alpha-Alkylation of Benzylamine under Phase-Transfer Catalyzed Conditions' Verbindung der Formel 4

Bemerkungen:

Teilanmeldung 96106083.7 eingereicht am
18/04/96.

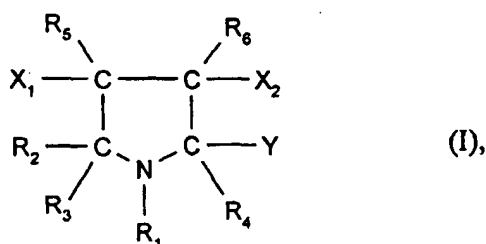
Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung von 3- und/oder 4-substituierten Pyrrolidinen als Katalysatoren zur Herstellung von Produkten nach dem Polyisocyanatpolyadditionsverfahren. Sie können als Ersatz oder in Kombination mit an sich bekannten Urethankatalysatoren z.B. 1,4-Diazobicyclo[2,2,2]octan (DABCO) zur Herstellung von starren oder flexiblen Polyurethanschäumen sowie zahlreichen anderen Polyurethan-Produkten eingesetzt werden. Unter dem obengenannten Begriff "Polyurethan-Produkte" sollen im folgenden alle Umsetzungsprodukte von Polyisocyanaten mit Verbindungen mit mindestens 2 gegenüber Isocyanaten reaktionsfähigen Wasserstoffatomen gemeint sein, d.h. unter dem hier verwendeten Begriff Polyurethan sind beispielsweise reine Polyurethane, Polyurethan-polyharnstoffe oder reine Polyharnstoffe zu verstehen.

[0002] Die Geschwindigkeit der Reaktion zwischen Isocyanat-Gruppen und Verbindungen mit gegenüber NCO-Gruppen reaktionsfähigen Wasserstoffatomen wird außer von der Temperatur der Ausgangsprodukte und ihrer Struktur vor allem durch geeignete Katalysatoren beeinflusst. In der Praxis werden als nucleophile Katalysatoren hauptsächlich Basen (z.B. tertiäre Amine wie Triethylamin) und als elektrophile Katalysatoren organische Metallverbindungen (z.B. Sn-Carboxylate wie Sn(II)-octoat) eingesetzt. Stand der Technik ist die gemeinsame Verwendung von Lewis-Säuren und Lewis-Basen, die üblicherweise durch synergistische Effekte gekennzeichnet ist. Es ist jedoch auch bekannt, daß in einer Vielzahl von Anwendungen ausschließlich Amine als Katalysatoren eingesetzt werden. Von der großen Anzahl bekannter Amin-Katalysatoren (vgl. Ullmann 4. Auflage und Kunststoffhandbuch Band VII, Polyurethane, Hansen-Verlag, München 1983) haben bisher jedoch nur relativ wenige auf breiter Basis Eingang in die Technik gewonnen, wie z.B. 1,4-Diazabicyclo[2,2,2]octan, Bis-(2-dimethylaminoethyl)ether, Triethylamin, Dimethylcyclohexylamin, Dimethylethanolamin, Dimethylbenzylamin, Methilmorpholin, Ethylmorpholin, um die wichtigsten zu nennen. Insbesondere werden naturgemäß solche Katalysatoren verwendet, die sich durch hohe Aktivität, wirtschaftliche Herstellbarkeit sowie breite Aufwendbarkeit auszeichnen. Ein weiterer ständig an Bedeutung zunehmender Aspekt ist die Bewertung der Katalysatoren unter toxikologischen Gesichtspunkten hinsichtlich Verarbeitungssicherheit und Geruchsbelästigung. Viele der heute verwendeten Amin-Katalysatoren, wie z.B. DABCO oder Triethylamin, sind aus dieser Sicht aufgrund ihrer hohen Flüchtigkeit und ihres relativ intensiven Amingeruchs, welcher in das endgültige, damit hergestellte Produkt übertragen wird, als unbefriedigend zu bezeichnen. Aufgrund der Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten von Polyurethan-Kunststoffen ist es ebenso wünschenswert, den jeweiligen Bedürfnissen angepaßte, d.h. "maßgeschneiderte" Katalysatoren zur Verfügung zu stellen. Eine Möglichkeit ist die chemische Modifizierung eines Katalysator-Typs, um dessen Aktivität auf den jeweiligen Verwendungszweck abzustimmen.

[0003] Überraschenderweise wurde nun gefunden, daß bestimmte Pyrrolidinderivate mit Vorteil als Katalysatoren zur Herstellung von Polyurethanen verwendet werden können. Die erfindungsgemäßen Verbindungen besitzen im Vergleich zu den oben erwähnten aminischen Katalysatoren eine vergleichbare oder noch höhere Aktivität. Ein anderer willkommener Effekt ist bei den erfindungsgemäß vorgeschlagenen Katalysatoren darin zu sehen, daß sich durch Wahl geeigneter Substituenten am Ring die Aktivität der Produkte - z.B. im Gegensatz zum DABCO, das unter wirtschaftlich vertretbaren Aspekten keine Variation erlaubt, - maßgeschneidert einstellen läßt. Vorteilhaft ist weiterhin der geringe Eigengeruch sowie die geringe Flüchtigkeit der Verbindungen, die z.T. über isocyanatreaktive Gruppen in das Polymer eingebunden werden, die zu einer deutlich verminderten Geruchsbelästigung bei der Herstellung von Polyurethan-Produkten führt. Zusätzlich können weitere Vorteile beobachtet werden, wie z.B. leichte Handhabung, da die bevorzugt eingesetzten Pyrrolidine flüssig sind, ein guter Härungsverlauf sowie nicht zuletzt die teilweise sehr einfache Herstellung der Verbindungen.

[0004] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit die Verwendung von 3,(4)-substituierten Pyrrolidinen gemäß der nachfolgenden Formel (I)



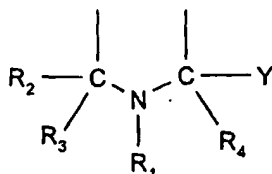
wobei

R_1 Wasserstoff, eine C_1 - C_{12} -Alkyl-, C_3 - C_7 -Cycloalkyl-, C_6 - C_{14} -Aryl- oder -Arylalkyl-Gruppe, die gegebenenfalls jeweils N oder O enthalten können, oder gemeinsam mit R_4 eine C_1 - C_5 -Alkylengruppe oder eine C_1 - C_6 -Alkylengruppe, die zwei Pyrrolidinreste gemäß Formel (I) über das N-Atom verbindet;

5 R_2, R_3 unabhängig voneinander Wasserstoff, eine C_1 - C_{12} -Alkyl-, C_3 - C_7 -Cycloalkyl-, -Aryl- oder C_6 - C_{14} -Arylalkylgruppe oder gemeinsam eine C_2 - C_9 -Alkylengruppe;

R_4 Wasserstoff, eine C_1 - C_{12} -Alkyl-, C_3 - C_7 -Cycloalkyl-, C_6 - C_{14} -Aryl- oder -Arylalkyl-Gruppe oder gemeinsam mit R_1 eine C_1 - C_5 -Alkylengruppe;

10 R_5, R_6 Gruppen mit der gleichen Bedeutung wie Definition für R_2, R_3 oder gemeinsam einen Rest der Struktur:



25 X_1, X_2 unabhängig voneinander (d.h. gleich oder verschieden) Wasserstoff, Carbonsäuregruppen oder deren Alkylester, die gegebenenfalls O- oder N-Atome enthalten können, oder Nitril oder die Gruppen $-CHR_7OH$, $-CH_2NR_8R_9$, $-CONR_8R_9$, $-NR_8R_9$ oder $-CONR_8-(CH_2)_{1-6}-NR_7R_8$ wobei

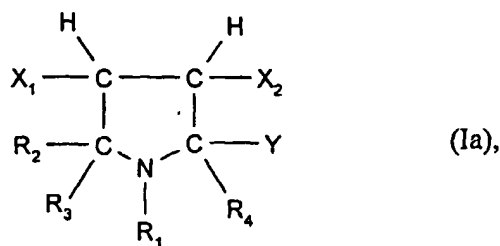
R_7 Wasserstoff, eine C_1 - C_{12} -Alkyl-, -Cycloalkyl-, -Aryl-, -Arylalkylgruppe bedeutet und

30 R_8, R_9 die Bedeutung wie Definition für R_2, R_3 besitzen;

Y Wasserstoff oder eine Carbonsäuregruppe oder deren Alkylester, die gegebenenfalls O- oder N-Atome enthalten können, oder Nitril oder die Gruppe $-CHR_7OH$ oder $-CH_2NR_8R_9$;

35 darstellen, wobei mindestens einer der Reste X_1 oder X_2 von Wasserstoff verschieden sein muß und es sich im Fall X_1 ungleich X_2 , um Gemische verschiedener Isomere bezüglich der Stellung der Substituenten X_1 und X_2 in der 3- oder 4-Position des Pyrrolidinrings, verschiedener Stereoisomere oder um isomerenreine Verbindungen handeln kann, als Katalysatoren für das Polyisocyanatpolyadditionsverfahren.

[0005] Bevorzugte Verbindungen sind dabei Katalysatoren der allgemeinen Formel (Ia)



wobei

R_1 bis R_4 die Bedeutung aus Formel (I) haben,

55 R_5 und R_6 Wasserstoff;

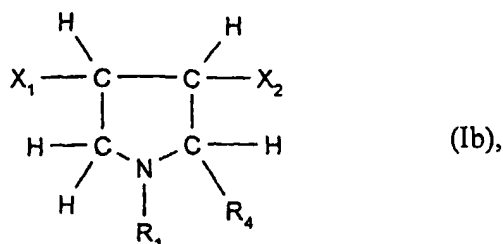
X_1, X_2 Wasserstoff oder Nitril oder die Gruppen $-CH_2OH$, $-CH_2NH_2$ oder $-NH_2$ oder Carbonsäureester oder -

amide, die gegebenenfalls O- oder N-Atomen enthalten,
und

Y Wasserstoff oder -CH₂OH oder -CH₂NH₂

darstellen.

[0006] Besonders bevorzugt werden Katalysatoren der allgemeinen Formel (Ib)



wobei

X₁ und X₂ die Bedeutung gemäß Formel (Ia) haben und

R₁ eine C₁-C₁₂-Alkyl, C₅-C₆-Cycloalkyl-, Aryl-, Arylalkyl-Gruppe oder gemeinsam mit R₄ eine C₃-C₅-Alkylengruppe;

R₂, R₃ und Y Wasserstoff;
und

R₄ Wasserstoff oder gemeinsam mit R₁ eine C₃-C₅-Alkylengruppe

darstellen, verwendet.

[0007] Die Herstellung der erfindungsgemäßen Pyrrolidine erfolgt aus gut verfügbaren und preiswerten Rohstoffen wie Aminosäurederivaten, Ketonen oder Aldehyden und Olefinen in sehr einfacher Weise und ist in den wesentlichen Stufen z.B. in Bull. Soc. Chim. France, 1988, S. 579-583 oder in Bull. Chem. Soc. Japan, 60, S. 4.079-4.090 (1989) beschrieben. Das dort beschriebene Verfahren erfordert allerdings zur Erzielung guter Ausbeuten sehr geringe Konzentrationen (unter 0,1 mol/l, vorteilhaft ca. 0,04 mol/l (s. Bull. Soc. Chim. France, S. 581 r.oben)) und damit für eine wirtschaftliche Herstellung nicht mehr akzeptable Lösungsmittelmengen. Führt man das beschriebene Verfahren bei höheren Konzentrationen (z.B. 1 mol/l) durch, sinken die Ausbeuten an gewünschten Verbindungen drastisch auf unter 30% zugunsten unlöslicher, nicht destillierbarer, inaktiver Harze. Selbst bei einer höheren Verdünnung zwischen 0,1 und 0,2 mol/l bewegen sich die Ausbeuten nicht in einer wirtschaftlich vertretbaren Größenordnung. Eine Verwendung der substituierten Pyrrolidine in technischem Maßstab ist nach diesem Verfahren nicht möglich.

[0008] Es wurde nun gefunden, daß man auch bei wesentlich höheren und damit wirtschaftlichen Konzentrationen zu sehr hohen Ausbeuten gelangt, wenn man die Keton- oder Aldehydkomponente während des Reaktionsverlaufs langsam zudosiert. Das Fortschreiten der Reaktion und damit die Zugabegeschwindigkeit ist leicht durch Gaschromatographie oder durch Bestimmung der Menge des gebildeten Reaktionswassers festzustellen. Ein solches Herstellungsverfahren ist in der Teilanmeldung (Anmeldungs-Nr. 96 106083.7) beschrieben.

[0009] Bevorzugte erfindungsgemäße Pyrrolidine sind z.B.:

3-Hydroxymethyl-N-methyl-pyrrolidin, 3,4-Bis-hydroxymethyl-N-methyl-pyrrolidin, 3-Aminomethyl-N-methyl-pyrrolidin, N-Methyl-pyrrolidin-3-carbonsäure-N-(3-dimethylaminopropyl)-amid, 1-Azabicyclo[3,3,0]-octan-3-carbonsäurebutylester, 1-Azabicyclo[3,3,0]-octan-4-carbonsäurebutylester, 1-Azabicyclo[4,3,0]-nonan-3-carbonsäurebutylester, 1-Azabicyclo[4,3,0]-nonan-4-carbonsäurebutylester, 3-Cyano-1-azabicyclo[3,3,0]-octan, 4-Cyano-1-azabicyclo[3,3,0]-octan, 3-Aminomethyl-1-azabicyclo[3,3,0]-octan und 4-Aminomethyl-1-azabicyclo[3,3,0]-octan.

[0010] Besonders bevorzugt sind 3-Hydroxymethyl-N-methyl-pyrrolidin, 3,4-Bis-hydroxymethyl-N-methyl-pyrrolidin, 3-Aminomethyl-N-methyl-pyrrolidin, N-Methyl-pyrrolidin-3-carbonsäure-N-(3-dimethylaminopropyl)-amid, 1-Azabicyclo[3,3,0]-octan-3-carbonsäurebutylester, 1-Azabicyclo[3,3,0]-octan-4-carbonsäurebutylester, 3-Aminomethyl-1-azabicyclo[3,3,0]-octan und 4-Aminomethyl-1-azabicyclo[3,3,0]-octan.

[0011] Die neuen erfindungsgemäßen Katalysatoren sind farblose bis leicht gelbliche Verbindungen, wobei die bevorzugten Typen flüssig sind. Sie sind löslich in organischen Lösungsmitteln und löslich oder dispergierbar in Wasser.

[0012] Gegenstand der Erfindung ist auch das Verfahren zur Herstellung von gegebenenfalls zellförmigen Kunststoffen nach dem Polyisocyanatpolyadditionsverfahren durch Umsetzung von

a) Polyisocyanaten mit

b) höhermolekularen Verbindungen mit mindestens zwei gegenüber Isocyanaten reaktionsfähigen Wasserstoffatomen, unter Verwendung von

c) Katalysatoren
sowie gegebenenfalls

d) Kettenverlängerungsmitteln und

e) weiteren an sich bekannten Zusatzmitteln wie Treibmitteln, Stabilisatoren und andere,

das dadurch gekennzeichnet ist, daß als Katalysatoren solche der allgemeinen Formel (I), gegebenenfalls in Kombination mit herkömmlichen in der Polyurethanchemie üblichen Katalysatoren, eingesetzt werden.

[0013] Erfindungsgemäß bevorzugt soll der Anteil der Katalysatoren nach Formel (I) mindestens 50 Gew.-% der insgesamt eingesetzten Katalysatoren betragen.

[0014] Die neuen Katalysatoren werden erfindungsgemäß bevorzugt in Mengen von 0,01 bis 5 Gew.-%, bezogen auf die Verbindung mit den aktiven Wasserstoffatomen, eingesetzt. Es kann zwar mehr als die obengenannte Menge eingesetzt werden, was jedoch keinen Vorteil bringt.

[0015] Die aktive Wasserstoffatome besitzenden Verbindungen, welche beim erfindungsgemäßen Verfahren als Komponente b) verwendet werden, sind solche, welche bei den früher bekannten Verfahren zur Polyurethan-Herstellung verwendet worden sind und wie sie z.B. im Kunststoffhandbuch Band VII, Polyurethane, Hansen-Verlag, München 1983 oder im Houben-Weyl, Makromolekulare Stoffe, Band E20, beschrieben werden. Sie besitzen ein Molekulargewicht von 300 bis 10.000, vorzugsweise 1.000 bis 6.000.

[0016] Die erfindungsgemäß verwendeten Verbindungen mit NCO-Gruppen, Komponente a), sind die gleichen Verbindungen, welche bei bisher bekannten Verfahren eingesetzt wurden und wie sie z.B. im Kunststoffhandbuch Band VII, Polyurethane, Hansen-Verlag, München 1983 oder im Houben-Weyl, Makromolekulare Stoffe, Band E20, beschrieben werden.

[0017] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die substituierten Pyrrolidine in der gleichen Art verwendet, wie man die früheren Katalysatoren eingesetzt hat, z.B. kann der Katalysator in seiner flüssigen Form für sich verwendet werden, oder durch Auflösen in einem Polyol oder einem passenden Lösungsmittel; er kann unter jeglichen Temperatur- oder anderen Bedingungen - entweder allein oder in Kombination anderer in der Technik bekannter Katalysatoren, welche als brauchbar zur Herstellung von Polyurethanen bekannt sind eingesetzt werden: Beispielsweise organischen oder anorganischen Zinnverbindungen oder anderen metallorganischen Verbindungen; tertiären Aminen; Alkanolaminen; cyclischen Aminen; Polyaminen und dergleichen; Alkalimetallverbindungen und anderer Co-Katalysatoren.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren ist für die herkömmlichen Herstellungsmethoden, wie z.B. ONE-SHOT- oder Prepolymerverfahren zur Herstellung von Polyurethanschäumen, Polyurethanelastomeren, Polyurethanüberzügen und dergleichen geeignet, ebenso wie für die Vernetzungsreaktion, welche oft im Anschluß an die direkte Polyaddition erwünscht ist.

[0019] Alle anderen Bedingungen sind die gleichen wie bei herkömmlichen Urethanpolyadditionsverfahren. In jedem dieser Fälle können weitere Zusatzmittel, wie Kettenverlängerungsmittel, Treibmittel, Schaumstabilisatoren, Emulgatoren, Farben, Pigmente und Füllstoffe der an sich bekannten Art mitverwendet werden.

[0020] Die oben erwähnten erfindungsgemäßen Katalysatoren beschleunigen die Polyaddition in beträchtlichem Ausmaß und demnach ist die benötigte Katalysatormenge sehr gering. Da die erfindungsgemäßen Verbindungen nur einen geringen Geruch besitzen und das sie nicht flüchtige Flüssigkeiten, Feststoffe oder einbaubare Verbindungen darstellen, sind die erhaltenen Polyurethan-Produkte frei von unerwünschten Gerüchen.

[0021] Die nachfolgenden Beispiele erläutern die Erfindung weiter, ohne sie zu beschränken. Teile und Verhältnisse sind in allen Fällen als Gewichtsteile gemeint.

Beispiele**Beispiel 1**

5 **[0022]** In diesem Beispiel wird das Verfahren zur Herstellung des 3-Cyano-N-methylpyrrolidins und des 3-Amino-methyl-N-methylpyrrolidins beschrieben:

a) Vergleichsbeispiel (nicht erfindungsgemäßes Verfahren):

10 In einem 4 l-Dreihalskolben, ausgerüstet mit Rührer, Rückflußkühler und einem ca. 70 ml fassenden Wasser-abscheider werden 300 g N-Methylglycin, 300 g Acrylnitril, 105 g Paraformaldehyd und 3 l Toluol vorgelegt und bei einer Badtemperatur von 120 bis 140°C zum kräftigen Rückfluß erhitzt, bis die Wasserentwicklung abgeschlossen ist. Am Ende der Reaktion erhält man eine braungelbe Lösung, aus der sich ein dunkelbraunes Harz abgeschieden hat. Das Lösemittel wird abdestilliert und der Rückstand im Vakuum fraktioniert. Man erhält 96 g (26 % der Theorie) 3-Cyano-N-methylpyrrolidin.

15 b) Vergleichsbeispiel (nicht erfindungsgemäßes Verfahren):

In einem 4 l-Dreihalskolben, ausgerüstet mit Rührer, Rückflußkühler und einem ca. 70 ml fassenden Wasser-abscheider werden 50 g N-Methylglycin, 60 g Acrylnitril, 25 g Paraformaldehyd und 3 l Toluol vorgelegt und bei einer Badtemperatur von 120 bis 140°C zum kräftigen Rückfluß erhitzt, bis die Wasserentwicklung abgeschlossen ist. Am Ende der Reaktion erhält man eine braungelbe Lösung. Das Lösemittel wird abdestilliert und der Rückstand im Vakuum fraktioniert. Man erhält 32 g (51 % der Theorie) 3-Cyano-N-methylpyrrolidin.

c) Erfindungsgemäßes Verfahren:

25 In einem 4 l-Dreihalskolben, ausgerüstet mit Rührer, Rückflußkühler, Dosiertrichter und einem ca. 70 ml fassenden Wasserabscheider werden 300 g N-Methylglycin, 300 g Acrylnitril und 3 l Toluol vorgelegt und bei einer Badtemperatur von 120 bis 140°C zum kräftigen Rückfluß erhitzt. Dann werden in Portionen von 3 g insgesamt 105 g Paraformaldehyd zudosiert, wobei jeweils solange mit der Zugabe der nächsten Portion gewartet wird, bis die Wasserentwicklung abgeschlossen ist. Am Ende der Reaktion erhält man eine homogene, leicht gelbliche Lösung. Das Lösemittel wird abdestilliert und der Rückstand im Vakuum fraktioniert. Man erhält 315 g (85 % der Theorie) 3-Cyano-N-methylpyrrolidin (Kp.: 83-85°C, 22 mmHg).

[0023] Die anschließende Reduktion zum 3-Aminomethyl-N-methylpyrrolidin erfolgt nach bekanntem Verfahren:

35 **[0024]** Man löst die Cyanverbindung im gleichen Volumen Methanol, füllt die Lösung in einen 2 l-Autoklaven, gibt 20 g Raney-Kobalt dazu und drückt 130 g Ammoniak auf. Dann wird bei einem Wasserstoffdruck von 90 bis 100 bar bei 90°C hydriert (ca. 3 Stunden). Die entspannte Lösung wird filtriert, eingedampft und der Rückstand im Vakuum fraktioniert. Man erhält 310 g (95 % der Theorie) 3-Aminomethyl-N-methylpyrrolidin (Kp.: 61°C, 22 mbar).

Beispiele 2 bis 9

40 **[0025]** Nach dem in Beispiel 1 c) beschriebenen Verfahren werden unter den gleichen Bedingungen die im Anhang formelmäßig angegebenen Verbindungen hergestellt. Tabelle 1 gibt die Ausgangsstoffe sowie die erzielten Ausbeuten (% der Theorie, bezogen auf Aminosäurederivat) nach destillativer Reinigung an:

Tabelle 1

Beispiel	Aminosäurederivat	Keton/Aldehyd	Olefin	Ausbeute
2	Methylglycin	Butyraldehyd	Acrylnitril	87 %
3	Methylglycin	Aceton	Methylacrylat	79 %
4	Methylglycin	Paraformaldehyd	Butylacrylat	89 %
5	Methylglycin	Paraformaldehyd	Methylacrylat	81 %
6	Methylglycin	Paraformaldehyd	Diethylmaleat	85 %
7	DL-Prolin	Paraformaldehyd	Butylacrylat	95 %
8	DL-Prolin	Paraformaldehyd	Acrylnitril	92 %
9	DL-Prolin	Paraformaldehyd	Diethylmaleat	90 %

Physikalische Daten der Verbindungen 2 bis 9:

[0026]

- 5 2: Kp.: 103-110°C (20 mbar);
 3: (2 Isomere) Kp.: 75-78°C (11 mbar);
 4: Kp.: 105°C (12 mbar);
 5: Kp.: 71°C (12 mbar);
 6: (2 Isomere) Kp.: 140-145°C (11 mbar);
 10 7: (4 Isomere) Kp.: 140-147°C (12 mbar);
 8: (4 Isomere) Kp.: 115-120°C (22 mbar);
 9: (6 Isomere) Kp.: 175-185°C (10 mbar).

Beispiele 10 bis 14

- 15 **[0027]** Die Verbindungen 2 und 8 werden wie in Beispiel 1a) zu den Verbindungen 10 und 11 hydriert, die Verbindungen 5 und 6 werden durch Reduktion mit Natriumborhydrid nach bekanntem Verfahren zu den Verbindungen 12 und 13 reduziert. Die Verbindung 5 wird durch Aminolyse mit 1-Amino-3-dimethylamino-propan nach bekanntem Verfahren zur Verbindung 14 umgesetzt. Die Strukturen sind dem Anhang zu entnehmen.

20 **Beispiel 15**

- [0028]** In diesem Beispiel wird die hohe katalytische Aktivität zweier Vertreter aus der Reihe der 3-substituierten Pyrrolidine in einem Weichschaumsystem gezeigt.
 25 **[0029]** Eingesetzt werden ein 1:1-Gemisch aus 1-Azabicyclo[3,3,0]octan-3- und -4-carbonsäurebutylester (Katalysator 1) sowie 3-Aminomethyl-N-methylpyrrolidin (Katalysator 2), hergestellt nach dem im Text beschriebenen Verfahren.

A-Komponente:

- 30 **[0030]** 18 Teile einer Mischung aus 2,4-Toluylendiisocyanat und 2,6-Toluylendiisocyanat im Verhältnis 80:20.

B-Komponente:

- 35 **[0031]** 50,00 Teile eines Polyetherpolyols der OH-Zahl 35 mg KOH/g, hergestellt durch Umsetzung von Trimethylolpropan mit Propylenoxid (PO) und anschließender Umsetzung mit Ethylenoxid (EO) mit einem PO/EO-Verhältnis von 86,55/13,45

ferner:

40 **[0032]**

- 1,50 Teile Wasser
 0,50 Teile eines Polyetherpolysiloxans als Stabilisator; Stabilisator OS 50 der Fa. Bayer AG
 45 0,30 Teile des jeweiligen oben beschriebenen Pyrrolidins.

[0033] Die A-Komponente wird mit der B-Komponente vereinigt und mit einem Schnellrührer 10 sec gründlich vermischt. Anschließend wird das Reaktionsgemisch bei Raumtemperatur in einer offenen Form verschäumt.

50

	Startzeit	Steigzeit
Katalysator 1	4 sec	90 sec
Katalysator 2	4 sec	90 sec

55

Beispiele 16 bis 20

[0034] In diesen Beispielen wird die abstutbare hohe katalytische Aktivität weiterer Vertreter aus der Reihe der 3-substituierten Pyrrolidine in einem PUR-Kaltweichformschaumsystem gezeigt.

5 **[0035]** Dabei wurden folgende Katalysatoren verwendet:

Katalysator 1: siehe Beispiel 15

Katalysator 2: siehe Beispiel 15

Katalysator 3: N-Methylpyrrolidin-3-carbonsäurebutylester

10 Katalysator 4: N-Methylpyrrolidin-3-carbonsäure-N(3-dimethylaminopropyl)-amid

alle hergestellt nach dem im Text beschriebenen Verfahren.

A-Komponente:

15

[0036] 37,10 Teile eines Gemisches aus 80 Gew.-% 2,4-Toluylendiisocyanat und 2,6-Toluylendiisocyanat (im Verhältnis 80:20) und 20 Gew.-% 4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan mit polymeren Anteilen mit einem NCO-Gehalt von $44,5 \pm 0,5$ Gew.-%; Handelsprodukt Desmodur® VT 06 der Fa. Bayer AG.

20 B-Komponente:

[0037] 100,00 Teile eines Polyetherpolyols der OH-Zahl 28 ± 2 mg KOH/g, hergestellt durch Umsetzung von Trimethylolpropan (TMP) mit Propylenoxid (PO) und anschließende Umsetzung mit Ethylenoxid (EO) mit einem PO/EO-Verhältnis von 82/18

25

ferner:

[0038]

30 3,00 Teile Wasser
0,05 Teile einer 70%igen Lösung von Bis-(2-dimethylaminoethyl)ether in Dipropylenglykol (DPG)
0,25 Teile einer 33%igen Lösung von Diazabicyclo[2,2,2]octan (DABCO) in DPG
0,20 Teile Schaumstabilisator B4617 der Fa. Goldschmidt AG
0,80 Teile eines Polyetherpolysiloxans als Stabilisator; Stabilisator OS50 der Fa. Bayer AG
35 0,6 Teile des betreffenden Katalysators 1 bis 4.

Die Verarbeitung erfolgt wie in Beispiel 15 beschrieben.

[0039] In Tabelle 2 sind die Ergebnisse bei der Verwendung der verschiedenen Katalysatoren zusammengefaßt.

40

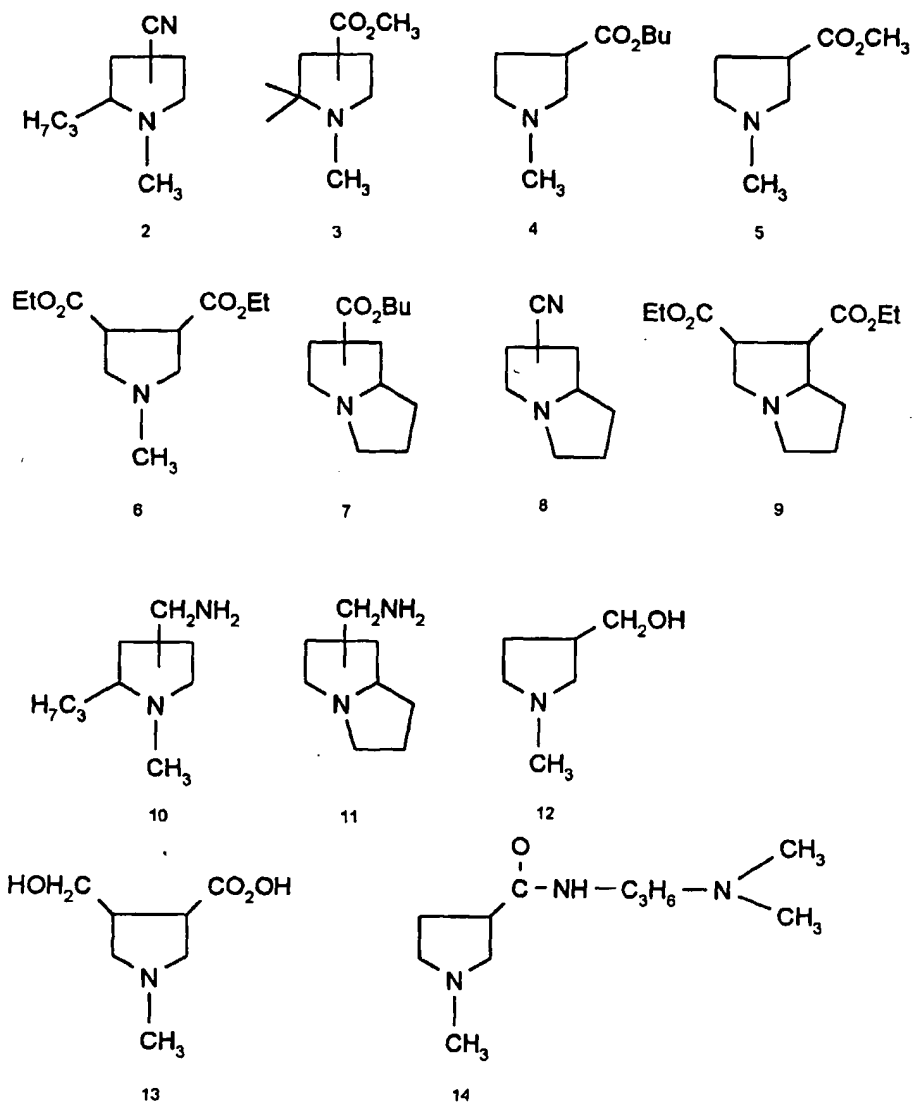
Tabelle 2

Beispiel	Katalysator	Startzeit [sec]	Abbindezeit [sec]	Steigzeit [sec]
16	ohn	9	108	213
17	1	5	46	93
18	2	4	38	72
19	3	6	83	120
20	4	5	61	113

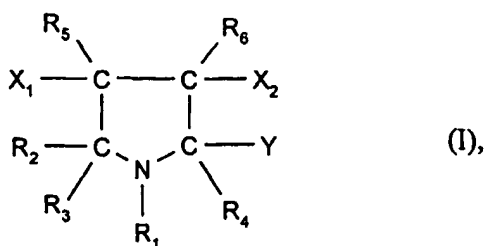
50

[0040] Man erhält Schäume mit einwandfreier Schaumstruktur.

55

ANHANG**Patentansprüche**

- 50 1. Verwendung von 3,(4)-substituierten Pyrrolidinen gemäß der nachfolgenden Formel (I) als Katalysatoren für das Polyisocyanatpolyadditionsverfahren:



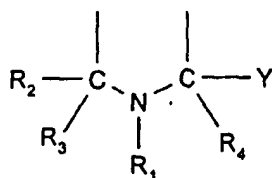
wobei

15 R_1 Wasserstoff, eine $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ -Alkyl-, $\text{C}_3\text{-C}_7$ -Cycloalkyl-, $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -Aryl- oder -Arylalkyl-Gruppe, die gegebenenfalls jeweils N oder O enthalten können, oder gemeinsam mit R_4 eine $\text{C}_1\text{-C}_5$ -Alkylengruppe oder eine $\text{C}_1\text{-C}_6$ -Alkylengruppe, die zwei Pyrrolidinreste gemäß Formel (I) über das N-Atom verbindet;

20 R_2, R_3 unabhängig voneinander Wasserstoff, eine $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ -Alkyl-, $\text{C}_3\text{-C}_7$ -Cycloalkyl-, -Aryl- oder $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -Arylalkylgruppe oder gemeinsam eine $\text{C}_2\text{-C}_9$ -Alkylengruppe;

R_4 Wasserstoff, eine $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ -Alkyl-, $\text{C}_3\text{-C}_7$ -Cycloalkyl-, $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -Aryl- oder -Arylalkyl-Gruppe oder gemeinsam mit R_1 eine $\text{C}_1\text{-C}_5$ -Alkylengruppe;

25 R_5, R_6 Gruppen mit der gleichen Bedeutung wie Definition für R_2, R_3 oder gemeinsam einen Rest der Struktur:



35 X_1, X_2 unabhängig voneinander (d.h. gleich oder verschieden) Wasserstoff, Carbonsäuregruppen oder deren Alkylester, die gegebenenfalls O- oder N-Atome enthalten können, oder Nitril oder die Gruppen - CHR_7OH , - $\text{CH}_2\text{NR}_8\text{R}_9$, - CONR_8R_9 , - NR_8R_9 oder - $\text{CONR}_8(\text{CH}_2)_{1-6}\text{-NR}_7\text{R}_8$ wobei

40 R_7 Wasserstoff, eine $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ -Alkyl-, -Cycloalkyl-, -Aryl-, -Arylalkylgruppe bedeutet und

R_8, R_9 die Bedeutung wie Definition für R_2, R_3 besitzen;

45 Y Wasserstoff oder eine Carbonsäuregruppe oder deren Alkylester, die gegebenenfalls O- oder N-Atome enthalten können, oder Nitril oder die Gruppe - CHR_7OH oder - $\text{CH}_2\text{NR}_8\text{R}_9$;

50 darstellen, wobei mindestens einer der Reste X_1 oder X_2 von Wasserstoff verschieden sein muß und es sich im Fall X_1 ungleich X_2 , um Gemische verschiedener Isomere bezüglich der Stellung der Substituenten X_1 und X_2 in der 3- oder 4-Position des Pyrrolidinrings, verschiedener Stereoisomere oder um isomerenreine Verbindungen handeln kann.

2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei

55 R_5 und R_6 Wasserstoff;

X_1, X_2 Wasserstoff oder Nitril oder die Gruppen - CH_2OH , - CH_2NH_2 oder - NH_2 oder Carbonsäureester oder

-amide, die gegebenenfalls O- oder N-Atomen enthalten,

Y Wasserstoff oder $-\text{CH}_2\text{OH}$ oder $-\text{CH}_2\text{NH}_2$

darstellen.

3. Verwendung nach Anspruch 2, wobei

R_1 eine C_1 - C_{12} -Alkyl, C_5 - C_6 -Cycloalkyl-, Aryl-, Arylalkyl-Gruppe oder gemeinsam mit R_4 eine C_3 - C_5 -Alkylengruppe;

R_2 , R_3 und Y Wasserstoff;

R_4 Wasserstoff oder gemeinsam mit R_1 eine C_3 - C_5 -Alkylengruppe

darstellen.

4. Verfahren zur Herstellung von gegebenenfalls zellförmigen Kunststoffen nach dem Polyisocyanatpolyadditionsverfahren durch Umsetzung von

a) Polyisocyanaten mit

b) höhermolekularen Verbindungen mit mindestens zwei gegenüber Isocyanaten reaktionsfähigen Wasserstoffatomen, unter Verwendung von

c) Katalysatoren
sowie gegebenenfalls

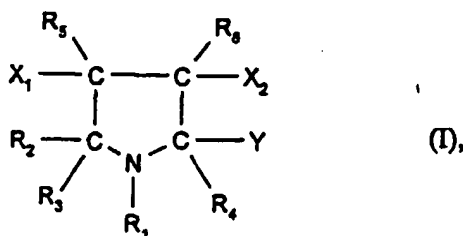
d) Kettenverlängerungsmitteln und

e) weiteren an sich bekannten Zusatzmitteln wie Treibmitteln, Stabilisatoren und andere,

das dadurch gekennzeichnet ist, daß Katalysatoren gemäß Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 gegebenenfalls in Kombination mit anderen in der Polyurethan-Chemie üblichen Katalysatoren, eingesetzt werden.

Claims

- Use of 3,(4)-substituted pyrrolidines corresponding to formula (I) below as catalysts for a polyisocyanate polyaddition process:



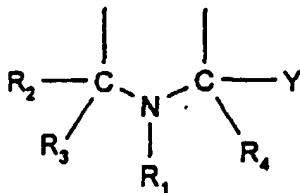
wherein

R_1 denotes hydrogen, or denotes a C_1 - C_{12} -alkyl, a C_3 - C_7 -cycloalkyl or a C_6 - C_{14} -aryl or -arylalkyl group, each of which may optionally contain N or O, or R_1 together with R_4 denotes a C_1 - C_5 -alkylene group or a C_1 - C_6 -alkylene group which links two pyrrolidine radicals of formula (I) via the N-atom;

R_2 and R_3 , independently of one another, denote hydrogen, a C_1 - C_{12} -alkyl group, a C_3 - C_7 -cycloalkyl or -aryl group or a C_6 - C_{14} -arylalkyl group, or together denote a C_2 - C_9 -alkylene group;

R_4 denotes hydrogen, a C_1 - C_{12} -alkyl group, a C_3 - C_7 -cycloalkyl group, a C_6 - C_{14} -aryl or -arylalkyl group, or together with R_1 denotes a C_1 - C_5 -alkylene group;

R_5 and R_6 denote groups having the same meanings as defined for R_2 and R_3 , or together form a radical having the following structure:



X_1 and X_2 , independently of each other (i.e. they may be the same or different), denote hydrogen, carboxylic acid groups or alkyl esters thereof which may optionally contain O or N atoms, or denote nitrile or the groups $-CHR_7OH$, $-CH_2NR_8R_9$, $-CONR_8R_9$, $-NR_8R_9$ or $-CONR_8-(CH_2)_{1-6}-NR_7R_8$, wherein

R_7 denotes hydrogen, or a C_1 - C_{12} -alkyl, -cycloalkyl, -aryl or -arylalkyl group, and

R_8 and R_9 have the meanings as defined for R_2 and R_3 ; and

Y denotes hydrogen or a carboxylic acid group or alkyl esters thereof which may optionally contain O or N atoms, or denotes nitrile or the groups $-CHR_7OH$ or $-CH_2NR_8R_9$,

wherein at least one of the X_1 or X_2 radicals must be different from hydrogen and when X_1 is not the same as X_2 the compounds may be mixtures of different isomers with respect to the position of the X_1 and X_2 substituents in the 3- or 4-position of the pyrrolidine ring, or may be different stereoisomers or isomerically pure compounds.

2. Use according to claim 1, wherein

R_5 and R_6 denote hydrogen;

X_1 and X_2 denote hydrogen or nitrile or the groups $-CH_2OH$, $-CH_2NH_2$ or $-NH_2$, or carboxylic acid esters or amides which optionally contain O or N atoms, and

Y denotes hydrogen, $-CH_2OH$ or $-CH_2NH_2$.

3. Use according to claim 2, wherein

R_1 denotes a C_1 - C_{12} -alkyl group or a C_5 - C_6 -cycloalkyl, -aryl or -aralkyl group, or together with R_4 denotes a C_3 - C_5 -alkylene group;

R_2 , R_3 and Y denote hydrogen, and

R_4 denotes hydrogen or together with R_1 denotes a C_3 - C_5 -alkylene group.

4. A process for the production of synthetic materials, which are optionally cellular, by a polyisocyanate polyaddition process, by the reaction of

a) polyisocyanates with

b) higher molecular weight compounds having at least two hydrogen atoms which are capable of reacting with isocyanates, using

c) catalysts
and optionally

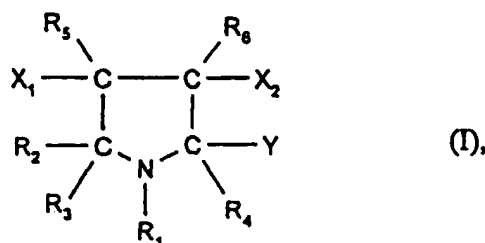
d) chain lengthening agents, and

e) other additives known in the art, such as foaming agents, stabilisers and others,

which is characterised in that catalysts are used according to the use claimed in any one of claims 1 to 3, optionally in combination with other catalysts which are customary in polyurethane chemistry.

Revendications

1. Utilisation, comme catalyseurs pour le procédé de polyaddition de polyisocyanates, de pyrrolidines substituées en 3,(4) correspondant à la formule (I) suivante:



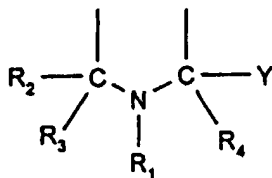
dans laquelle

R₁ représente un atome d'hydrogène, un groupe alkyle en C₁-C₁₂, cycloalkyle en C₃-C₇, aryle ou arylalkyle en C₆-C₁₄, pouvant chacun éventuellement contenir N ou O, ou, en combinaison avec R₄, un groupe alkylène en C₁-C₅, ou un groupe alkylène en C₁-C₆ qui relie deux restes pyrrolidine de formule (I) par l'intermédiaire de l'atome d'azote;

R₂, R₃ représentent indépendamment l'un de l'autre un atome d'hydrogène ou un groupe alkyle en C₁-C₁₂, cycloalkyle en C₃-C₇, aryle ou arylalkyle en C₆-C₁₄, ou forment ensemble un groupe alkylène en C₂-C₉;

R₄ représente un atome d'hydrogène ou un groupe alkyle en C₁-C₁₂, cycloalkyle en C₃-C₇, aryle ou arylalkyle en C₆-C₁₄, ou forme en combinaison avec R₁ un groupe alkylène en C₁-C₅;

R₅, R₆ représentent des groupes ayant la même signification que celle définie pour R₂, R₃, ou forment ensemble un reste de structure



X₁, X₂ représentent, indépendamment l'un de l'autre (c'est-à-dire qu'ils sont identiques ou différents), un atome d'hydrogène, un groupe acide carboxylique ou un de ses esters alkylés, pouvant éventuellement contenir des atomes de O ou N, un groupe nitrile ou un groupe -CHR₇OH, -CH₂NR₈R₉, -CONR₈R₉, -NR₈R₉ ou -CONR₈-(CH₂)₁₋₆-NR₇R₈, où

R₇ représente un atome d'hydrogène ou un groupe alkyle, cycloalkyle, aryle ou arylalkyle en C₁-C₁₂, et R₈, R₉ ont la signification définie pour R₂, R₃;

Y représente un atome d'hydrogène ou un groupe acide carboxylique ou un de ses esters alkyliques, pouvant éventuellement contenir des atomes de O ou N, un groupe nitrile ou un groupe $-\text{CHR}_7\text{OH}$ ou $-\text{CH}_2\text{NR}_8\text{R}_9$;

5 au moins l'un des restes X_1 et X_2 devant être différent de l'hydrogène et ces pyrrolidines pouvant être constituées, dans le cas où X_1 est différent de X_2 , de mélanges de différents isomères par rapport à la position des substituants X_1 et X_2 en position 3 ou 4 du cycle pyrrolidine, de mélanges de différents stéréoisomères ou de composés isomères purs.

10 2. Utilisation selon la revendication 1, dans laquelle

R_5 et R_6 représentent l'hydrogène;

X_1 , X_2 représentent un atome d'hydrogène, un groupe nitrile ou un groupe $-\text{CH}_2\text{OH}$, $-\text{CH}_2\text{NH}_2$ ou $-\text{NH}_2$, ou un groupe ester ou amide d'acide carboxylique contenant éventuellement des atomes de O ou N,

15 Y représente un atome d'hydrogène ou un groupe $-\text{CH}_2\text{OH}$ ou $-\text{CH}_2\text{NH}_2$.

3. Utilisation selon la revendication 2, dans laquelle

20 R_1 représente un groupe alkyle en C_1 - C_{12} , cycloalkyle en C_5 - C_6 , aryle ou arylalkyle, ou forme en combinaison avec R_4 un groupe alkylène en C_3 - C_5 ;

R_2 , R_3 et Y sont des atomes d'hydrogène; et

R_4 représente un atome d'hydrogène ou, en combinaison avec R_1 , un groupe alkylène en C_3 - C_5 .

25 4. Procédé de préparation de matières plastiques éventuellement cellulaires par le procédé de polyaddition de polyisocyanates, par réaction

a) de polyisocyanates avec

b) des composés de masse molaire élevée contenant au moins deux atomes d'hydrogène réactifs vis-à-vis des isocyanates, en présence

30 c) de catalyseurs, et éventuellement

d) d'agents d'allongement de chaîne et

e) d'autres additifs connus en soi comme des agents soufflants, des stabilisants et autres,

35 caractérisé en ce que l'on utilise des catalyseurs correspondant à l'utilisation selon l'une des revendications 1 à 3, éventuellement en combinaison avec d'autres catalyseurs classiques dans la chimie du polyuréthane.

40

45

50

55